



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 20 858 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 01 F 7/16
H 01 H 50/16
H 01 H 3/28

⑦1 Aktenzeichen: 197 20 858.4
⑦2 Anmeldetag: 17. 5. 97
⑦3 Offenlegungstag: 19. 11. 98

DE 197 20 858 A 1

⑦1 Anmelder:
SMB Schwede Maschinenbau GmbH, 95497
Goldkronach, DE

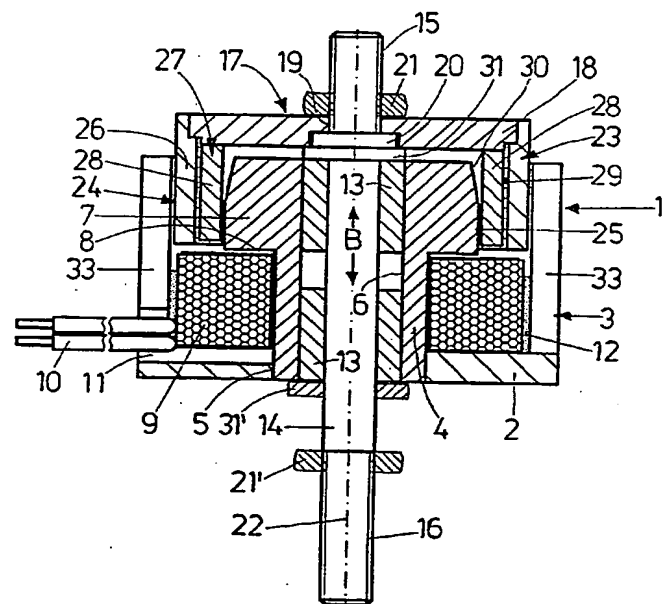
⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Rau, Schneck & Hübner, 90402
Nürnberg

⑦2 Erfinder:
Lindner, Jürgen, Dr.-Ing., 67550 Worms, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Elektromagnetische Betätigungsverrichtung

- ⑤7 Eine elektromagnetische Betätigungsverrichtung zur Verschiebung eines Stellgliedes zwischen zwei Endlagen ist versehen mit:
- einem topfförmigen, mit einem Boden (2), einem zentralen Spulenkern (4) und einer Außenwand (3) versehenen Spulengehäuse (1),
 - einer im Spulengehäuse (1) zwischen Spulenkern (4) und Außenwand (3) angeordneten Magnetspule (9),
 - mindestens einem im Spulenkern (4) parallel zur Spulenchse (22) verschiebbar gelagerten Stellglied (14),
 - einem im wesentlichen kappenförmigen, elektromagnetisch angetriebenen Ankerteil (17), das mit seinem Lager- teil (18) am Stellglied (14) gehalten und mit seinem davon in Richtung der Spulenchse (22) abstehenden, magne- tischen Kragenteil (23) in den zwischen Spulenkern (4) und Außenwand (3) gebildeten Luftspalt (24) des Spulen- gehäuses (1) eingreift, und
 - einem am Kragenteil (23) angebrachten Permanentma- gnet-Ring (27).



DE 197 20 858 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Betätigungsvorrichtung zur Verschiebung eines Stellglieds zwischen zwei Endlagen.

Elektromagnetische Betätigungsvorrichtungen sind in unterschiedlichsten Ausführungen und breite Anwendungsgebiete bekannt. So offenbart z. B. die DE 27 18 826 C2 eine dort als Hubmagnet bezeichnete elektromagnetische Betätigungsvorrichtung, die dafür vorgesehen ist, den Durchtritts-
querschnitt eines Strömungsregelventils in streng linearer Abhängigkeit von der durch die elektrische Wicklung fließenden Stromstärke zu steuern. Dabei weist der Hubmagnet einen zylindrischen Anker auf, der innerhalb eines Rohres konzentrisch dazu gelagert ist. Für eine saubere Linearität soll eine möglichst ungehinderte Bewegung des Ankers innerhalb des Rohres sichergestellt werden.

Die DE 26 18 087 C2 zeigt einen Schalter mit einem inneren elektrodynamischen Zusatzantrieb für sein bewegliches Schaltstück. Dieser zusätzliche elektrodynamische Antrieb kompensiert dort die Abbremsung der Schalterbewegung infolge der Kompression und der Erwärmung des Löschgases im Schalter.

Die DE 43 04 921 C1 offenbart einen bistabilen elektromagnetischen Antrieb für einen elektrischen Schalter. Ein Anker des Antriebsmechanismus besteht aus lamellierten Weicheisenblechen und ist in einem von einem rechteckigen Joch aus ebenfalls lamellierten Weicheisenblechen umgebenen Raum zwischen zwei, mit gleichen Polen dem Anker zugewandten Dauermagneten axial verschiebbar angeordnet. Die Dauermagnete sind jeweils zwischen dem Anker und einem Polschuh stationär angebracht, der in das Joch des elektromagnetischen Antriebes übergeht. Beiderseits der Polschuhe ist jeweils eine Spule innerhalb des Joches angeordnet. Dieser bekannte elektromagnetische Antrieb soll bei kompaktem Aufbau eine kurze Ansprechzeit aufweisen und eine große Kraft zur Bewegung des mechanischen Gliedes erzeugen, das auf den Schalter einwirkt.

Aufgrund des Aufbaus dieses Magnetantriebes ergibt sich eine sehr langgestreckte Bauform, deren Kompaktheit in Richtung der Längserstreckung zu wünschen übrig läßt. Ferner ist der innere Aufbau des Magnetantriebes mit Joch, Polschuhen, stationären Dauermagneten, Anker sowie der Einschalt- und Ausschaltfeder auf die Funktion des Antriebes zur Betätigung eines elektrischen Schalters ausgerichtet.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine universell einsetzbare elektromagnetische Betätigungsvorrichtung zu schaffen, die bei bezüglich aller Dimensionen kompaktem Aufbau einen relativ dazu großen Hub bei schnellem Ansprechen aufweist. Insbesondere soll eine solche elektromagnetische Betätigungsvorrichtung als Ersatz für mechanische Nockensteuerungen oder pneumatische Stellglieder z. B. in Verpackungs-, Umreifungsmaschinen und dergleichen einsetzbar sein.

Die Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegeben und sieht eine elektromagnetische Betätigungsvorrichtung zur Verschiebung eines Stellgliedes zwischen zwei Endlagen vor, die aufweist:

Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung zur Verschiebung eines Stellglieds zwischen zwei Endlagen mit:

- einem topfförmigen, mit einem Boden, einem zentralen Spulenkern und einer Außenwand versehenen Spulengehäuse,
- einer im Spulengehäuse zwischen Spulenkern und Außenwand angeordneten Magnetspule,
- mindestens einem im Spulenkern parallel zur Spulenchse verschiebbar gelagerten Stellglied,

- einem im wesentlichen kappenförmigen, elektromagnetisch angetriebenen Ankerteil, das mit seinem Lager teil am Stellglied gehalten und mit seinem davon in Richtung der Spulenchse abstehenden, magnetischen Kragenteil in den zwischen Spulenkern und Außenwand gebildeten Luftspalt des Spulengehäuses eingreift, und
- einem am Kragenteil angebrachten Permanentmagnet-Ring.

Durch die ineinandergeschachtelte Anordnung des topfförmigen Spulengehäuses mit dem kappenförmigen Ankerteil wird die gewünschte kleine, kompakte Bauform erreicht. Der am Ankerteil angebrachte Permanentmagnet-Ring wird dabei zur Beschleunigung und Rückstellung bei der Linearbewegung des Ankerteils benutzt. Da im stromlosen Zustand das Kragenteil des Ankerteils mit dem Permanentmagnet-Ring in den Luftspalt des Spulengehäuses eingreift, wird bei einer Strombeaufschlagung der Magnetspule aufgrund der Wechselwirkung zwischen dem Permanentmagnetfeld und dem elektromagnetischen Feld eine starke Beschleunigung des Ankerteils hervorgerufen. Darüber hinaus dient der Permanentmagnet-Ring zur Rückstellung des Ankerteils beim Übergang vom stromführenden zum stromlosen Zustand der Magnetspule. Während bekannte Elektromagnete mit eingebauten Permanentmagneten letztere nur als Haltemagnet in der stromlosen Endlage benutzen, wird bei der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung der Permanentmagnet aktiv zur Erzeugung einer Rückstellkraft. Die Betätigungsvorrichtung ist damit grundsätzlich stoßend und ziehend wirksam, wodurch keine Rückzugfeder notwendig ist. Die stromlose Endlage ist dabei monostabil und somit eindeutig definiert.

Bevorzugte Ausführungsformen sowie weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes sind den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung entnehmbar, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beigelegten Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 und 2 einen Vertikalschnitt durch eine elektromagnetische Betätigungsvorrichtung mit dem Stellglied in den beiden stabilen Endlagen,

Fig. 3 einen Vertikalschnitt einer Betätigungsvorrichtung in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 4 einen schematischen Horizontalschnitt durch das Ankerteil der Betätigungsvorrichtung gemäß der Schnittlinie IV-IV nach Fig. 2, und

Fig. 5A bis E schematische Darstellungen von Ankerteilen in unterschiedlichen Unrußgestaltungen.

Die in den Fig. 1, 2 und 4 dargestellte elektromagnetische Betätigungsvorrichtung weist ein insgesamt topfförmiges Spulengehäuse 1 auf, das mit einem Boden 2 und einer zylindrischen Außenwand 3 versehen ist. Boden 2 und Außenwand 3 bestehen genauso aus magnetischem Weicheisenmaterial, wie der zentral im Spulengehäuse 1 aufragende Spulenkern 4, der in einer Öffnung 5 des Bodens 2 sitzt. Der im wesentlichen hülsenförmige Spulenkern 4 weist eine zentrale Lagerbohrung 6 und eine umlaufende Ringschulter 7 auf, die am oberen, dem Boden 2 abgewandten Ende des Spulenkerns 4 angeformt ist.

In dem Ringraum zwischen Boden 2, Außenwand 3 und unterer Flanke 8 der Ringschulter 7 ist die Magnetspule 9 der Betätigungsvorrichtung eingesetzt, die über ein zweiadriges Anschlußkabel 10 bestrombar ist. Das Anschlußkabel 10 ist über eine Durchführung 11 nach außen geleitet. In der Schnittlage der Fig. 1 und 2 ist durch die fehlende Schraffur im Bereich der Außenwand 3 ferner vertikal gerichtete Schlitze 33 in dieser Außenwand 3 kenntlich gemacht, von

denen mindestens vier über den Umfang der Außenwand verteilt sind. Die Schlitz 33 dienen zur Verstärkung des Magnetfeldes und zur Belüftung des Gehäuseinnenraumes.

Die Magnetspule 9 ist durch eine Verklebung 12 im Spulengehäuse 1 verankert.

In der Lagerbohrung 6 ist über zwei nicht-magnetische Lagerbuchsen 13 aus Messing die Hubstange 14 in Betätigungsrichtung B verschiebbar geführt. Unter Weglassung der Lagerbuchsen 13 kann auch die Hubstange 14 selbst aus Messing und damit nicht-magnetischen Material gefertigt sein. Die jeweils mit einem Gewinde 15, 16 versehenen Enden der Hubstange 14 ragen über den Spulenkern 4 nach oben und unten hinaus. Am oberen Gewinde 15 ist das im wesentlichen kappenförmig ausgestaltete Ankerteil 17 befestigt. Dazu weist das Ankerteil 17 ein scheibenförmiges Lagerteil 18 auf, das mit seiner zentralen Öffnung 19 auf die Hubstange 14 gesteckt ist. Das Lagerteil 18 ruht auf einer bis zum Endanschlag des Gewindes 15 aufgeschraubten Stützscheibe 20 an der Hubstange 14. Die Stützscheibe 20 liegt dabei versenkt im Lagerteil 18. Durch eine Mutter 21 ist das Ankerteil 17 auf der Hubstange 14 gesichert.

Am Außenrand des Lagerteils 18 ist ein parallel zur Spulenchse 22 zum Spulengehäuse 1 hin abstehendes Kragenteil 23 vorgesehen, das in den Luftspalt 24 zwischen der Außenwand 3 und der Außenflanke 25 der Ringschulter 7 des Spulenkerns 4 eingreift. Das Kragenteil 23 weist dabei einen magnetischen Außenring 26 auf; an dessen Innenseite ein Permanentmagnet-Ring 27 befestigt ist. Wie aus Fig. 4 deutlich wird, besteht der Permanentmagnet-Ring 27 aus einzelnen, Seite an Seite aneinandergesetzten Permanentmagneten 28, die mittels einer Epoxidharzschicht 29 (Fig. 1) an die Innenseite des Außenrings 26 geklebt sind. Statt dieser Einzelmagneten kann der Ring 27 auch ein einstückiges Sinterteil sein, das in ihrer Polarisierung abwechselnd einander entgegengerichtete Bereiche aufweist. Wie aus Fig. 1 und 2 deutlich wird, weist die Außenflanke 25 des Spulenkerns 4 eine flache Anfasung 30 auf; so daß der Luftspalt 24 sich in Richtung des Lagerteils 18 des Ankerteils 17 in seiner Breite b (Fig. 2) vergrößert. Durch diese spezielle Formgebung des Luftspalts 24 können die Kräfteverhältnisse auf das Ankerteil 17 und insbesondere dessen Beschleunigungsverhalten beeinflusst werden. Genauso ist der Kraft- und Beschleunigungsverlauf durch eine anderweitige Geometrieänderung des Spulenkerns 4 variierbar.

Die in Fig. 1 gezeigte Endanschlagstellung wird bei stromlosem Zustand der Magnetspule 9 eingenommen. Diese Endlage ist monostabil, da die Permanentmagneten 28 für eine Halterung des Ankerteils 17 sorgen. Letztes liegt mit seinem Lagerteil 18 bzw. der Stützscheibe 20 auf einer Ringscheibe 31 aus Elastomermaterial auf; die mit ihrer Innenöffnung auf die Hubstange 14 aufgeschoben und auf der oberen Lagerbuchse 13 liegt. Die Ringscheibe 31 dient zur Geräuschkämpfung beim Anschlagen des Lagerteils 18 in der in Fig. 1 gezeigten Endanschlagstellung. Ferner ist mit der Ringscheibe 31 der Spalt zwischen dem Ankerteil 17 und dem Spulenkern 4 und damit die Halte- bzw. Losbrechkraft der Permanentmagneten 28 definiert.

Bei Strombeaufschlagung der Magnetspule 9 wird durch den im ringförmigen Luftspalte 24 gebildeten magnetischen Fluß das Ankerteil 17 mit seinem Kragenteil 23 nach oben aus dem Luftspalt 24 ausgetrieben, wobei sich die Permanentmagneten 28 positiv auf die möglichen Beschleunigungswerte und erzielbaren Betätigungskräfte auswirken. Das Lagerteil 18 zieht damit die Hubstange 14 in Betätigungsrichtung B mit. Die Hubstange 14 kann nun an einen zu betätigenden Mechanismus, z. B. eine Hebelanordnung oder ein zu verschwenkendes Teil in einer Verpackungs- oder Umreifungsmaschine, angekoppelt werden und ersetzt

in dieser Funktion beispielsweise übliche pneumatische Kolben-Zylinder-Antriebe oder mechanische Nockensteuerungen in solchen Geräten.

Ausgehend von der in Fig. 2 gezeigten Endanschlagstellung der Hubstange 14 mit Ankerteil 17, die analog dem oberen Ende der Hubstange durch eine auf das Gewinde 16 aufgeschraubte Mutter 21' mit daraufsitzen der elastomeren Ringscheibe 31' definiert ist, wird beim Abschalten des Stromflusses durch die Magnetspule 9 das Ankerteil 17 durch den Einfluß der Permanentmagneten 28 aktiv in den Luftspalt 24 hineingezogen, was aufgrund der erfindungsgemäßen Anordnung mit großer, gleichmäßig über den Hubbereich verteilter Kraft und sehr schnell vonstatten geht. Die Betätigungszeit bei einem Hub von 15 mm liegt etwa in der Größenordnung von 10 ms. Das Anschlaggeräusch des Lagerteils 18 wird dabei durch die Elastomer-Ringscheibe 31 gedämpft, so daß die Betätigungsvorrichtung sehr leise arbeitet.

Die in Fig. 3 gezeigte Ausführungsform der Betätigungsvorrichtung unterscheidet sich nur geringfügig von der gemäß Fig. 1 und 2. Insofern sind übereinstimmende Bauteile mit identischen Bezugszeichen versehen und bedürfen keiner nochmaligen Erörterung. Als Unterschied ist lediglich festzuhalten, daß im Kragenteil 23 die Anordnung des Permanentmagnet-Ringes 27 anders ist. Dieser liegt nämlich auf der Außenseite des Innenrings 32. Auch ist die Verbreiterung des Luftspalts 24 durch eine Anfasung 30 an der Innenseite der Außenwand 3 realisiert. Im übrigen ist die Funktionsweise dieser Ausführungsform unverändert.

In Fig. 5 sind anhand schematischer Darstellungen von Ankerteilen 17 unterschiedliche Möglichkeiten für die Umrißgestaltung von Spulengehäuse 1 und Ankerteil 17 angedeutet. So zeigen die Teilfiguren A, C und D Polygonformen, nämlich Teilfigur A eine sternförmige Umrißgestalt, Teilfigur C eine sechseckige Gestalt und Teilfigur D eine Quadratform. Auch eine Ellipsenform des Ankerteils 17 mit zwei Öffnungen 19 für zwei Hubstangen ist realisierbar (s. Teilfigur B). Teilfigur E gibt zum Vergleich die anhand der Fig. 1 bis 4 beschriebene Kreisform der Umrißgestalt wieder.

Die Fig. 5A bis E dienen in erster Linie zur Deutlichmachung der Variabilität des erfindungsgemäßen Konzeptes, wobei bei den jeweiligen Ausführungsformen das Verhältnis zwischen der Pollänge der Permanentmagneten 28 und der Länge des Spulenkerns 4 jeweils optimal zueinander gestaltet werden kann. Je länger die Pollängen im Verhältnis zum Volumen des Magneten ausgebildet sind, desto wirkungsvoller ist die Betätigungsvorrichtung.

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Betätigungsvorrichtung zur Verschiebung eines Stellglieds zwischen zwei Endlagen mit:

- einem topfförmigen, mit einem Boden (2), einem zentralen Spulenkern (4) und einer Außenwand (3) versehenen Spulengehäuse (1),
- einer im Spulengehäuse (1) zwischen Spulenkern (4) und Außenwand (3) angeordneten Magnetspule (9),
- mindestens einem im Spulenkern (4) parallel zur Spulenchse (22) verschiebbar gelagerten Stellglied (14),
- einem im wesentlichen kappenförmigen, elektromagnetisch angetriebenen Ankerteil (17), das mit seinem Lagerteil (18) am Stellglied (14) gehalten und mit seinem davon in Richtung der Spulenchse (22) abstehenden, magnetischen Kragen-

- teil (23) in den zwischen Spulenkern (4) und Außenwand (3) gebildeten Luftspalt (24) des Spulengehäuses (1) eingreift, und
 – einem am Kragenteil (23) angebrachten Permanentmagnet-Ring (27). 5
2. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet-Ring (27) aus in Umfangsrichtung des Ringes aneinandergereihten Einzelmagneten (28) zusammengesetzt ist.
3. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch 10 gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet-Ring (27) als gesinterter Permanentmagnet-Ring (27) mit in ihrer Polarisierungsrichtung abwechselnden Polarisierungsbereichen ausgebildet ist.
4. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, 15 dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet-Ring (27) innen oder außen am Kragenteil (23) angebracht ist.
5. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Kragenteil 20 (23) aus einem magnetischen Material und das Lagerenteil (18) aus einem nicht-magnetischen Material besteht.
6. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftspalt (24) 25 bezogen auf seine parallel zur Spulenchse (22) verlaufende Längsrichtung eine variable Breite aufweist.
7. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine sich in Richtung des Lagerteils (18) des Ankerteils (17) vergrößernde Breite des Luftspaltes (24) durch eine Anfasung (30) des Spulenkerns (4) und/oder der Außenwand (3).
8. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied als Hubstange (14) ausgebildet ist, die in einer zentralen 35 Lagerbohrung (6) des Spulenkerns (4) verschiebbar gelagert ist.
9. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubstange (14) in nicht-magnetischen Lagerbuchsen (13) in der Lagerbohrung (6) 40 geführt ist.
10. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (14) komplett aus nicht-magnetischem Material besteht. 45
11. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch Elastomer-Anschläge (31) zur Begrenzung des Stellweges des Stellgliedes (14).
12. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß Spulengehäuse (1) und Ankerteil (17) eine einander entsprechende Unrißgestalt in Kreis-, Ellipsen- oder Polygonform aufweisen. 50

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

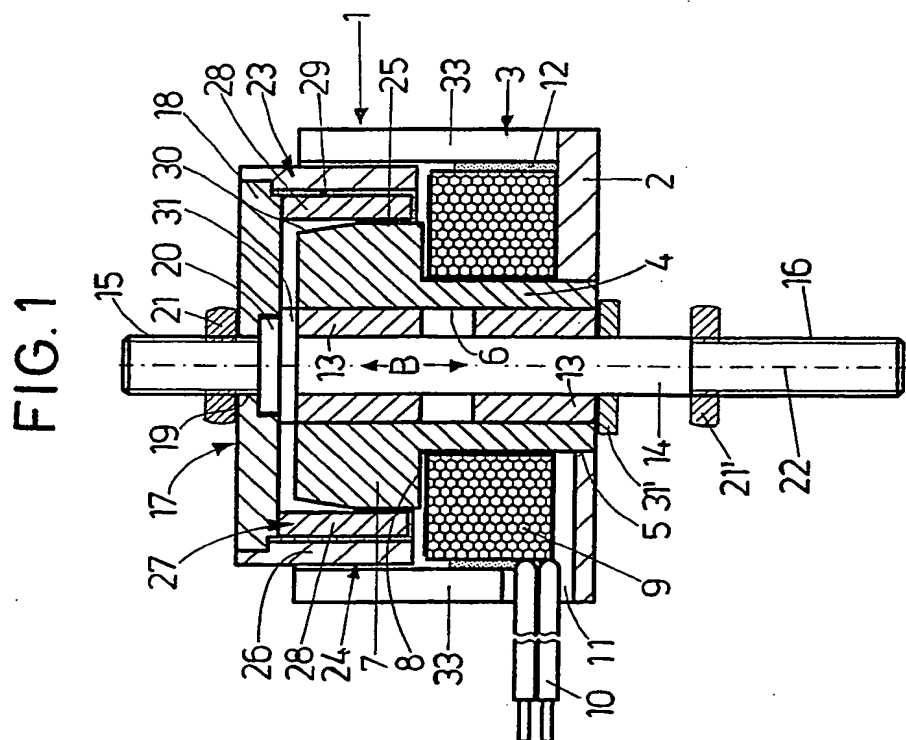
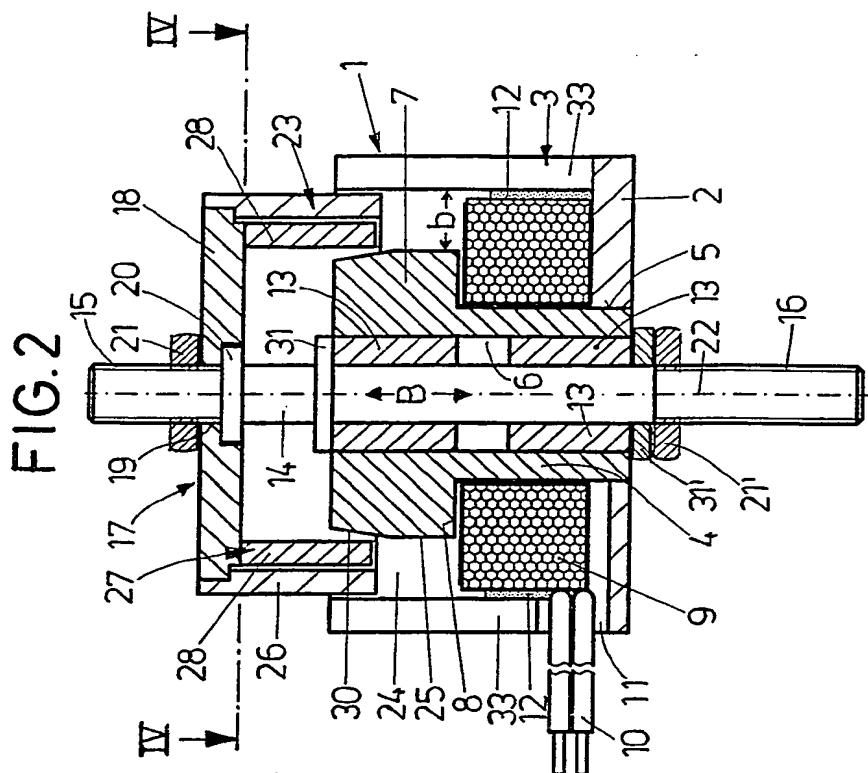


FIG. 3

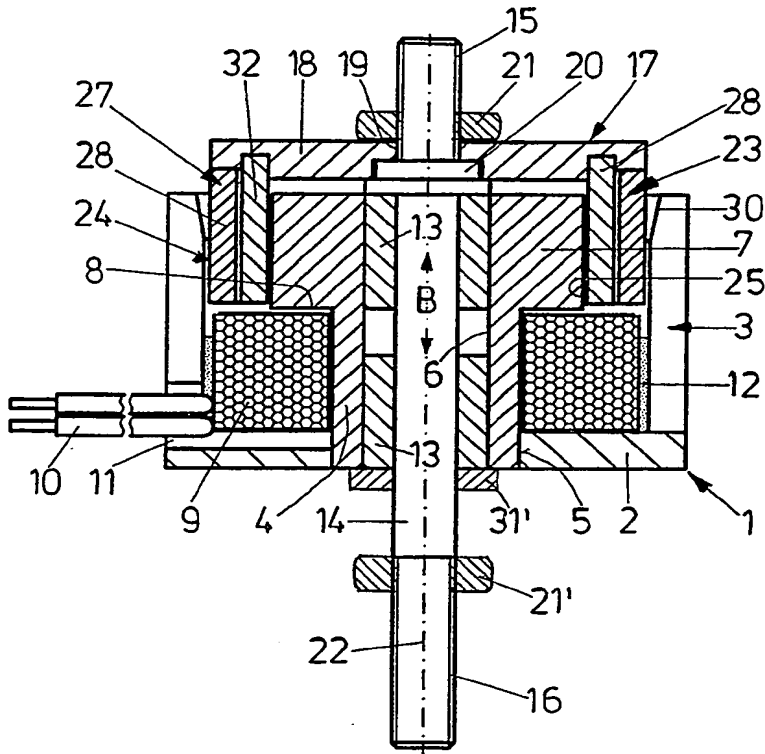


FIG. 4

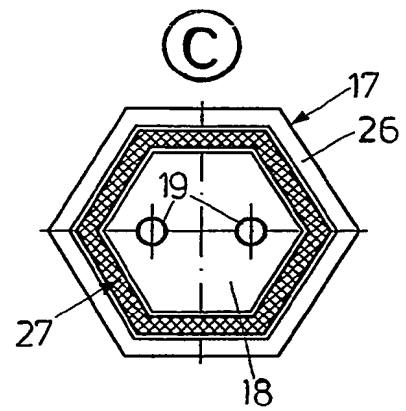
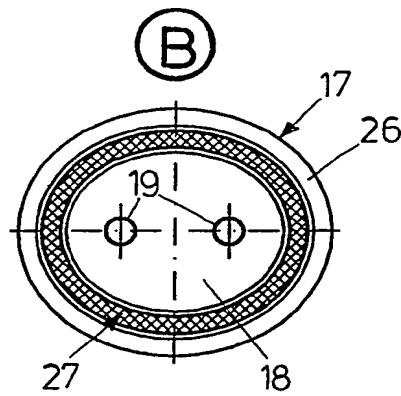
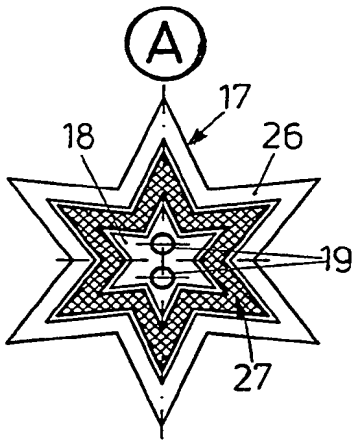
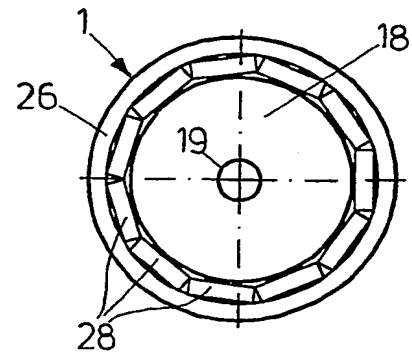


FIG. 5

